Factors Affecting Urban Transit Ridership

Harold M. Kohn[1]

53F0003-XIE

100-07290/

Factors Affecting Urban Transit Ridership

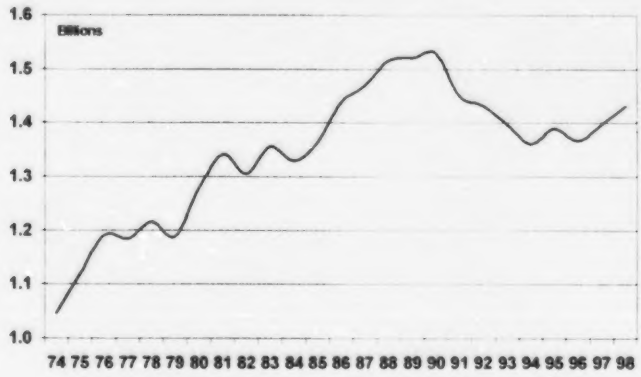
Harold M. Kohn[2]

Introduction

The use of urban transit services (buses, urban rail, subways and streetcars) in Canada grew steadily in the seventies and eighties, reaching a peak of 1.53 billion passengers in 1990. Ridership then declined to 1.37 billion in 1996, but in 1997 and 1998, the trend began to reverse, reaching 1.43 billion in 1998[1]. The longer term trend is uncertain.

Many have postulated reasons for the decline in the early nineties: increased suburbanization leading to an increase in automobile usage; lower perceived operating costs of the automobile; a preference for the convenience of the automobile[4]; increasing fares, decreasing subsidies, an aging population with a preference for the comfort and security of personal transportation; and varying levels of public support for urban transit across jurisdictions[5].

Number of Urban Transit Passengers



Source: *Passenger Bus and Urban Transit Statistics*, Statistics Canada, Catalogue 53-215-XIB

Within the urban environment, the automobile is by far urban transit's greatest competitor. The 1996 Census revealed that only 10 percent of urban workers utilized public transit. About 81 percent of urban workers travelled to work by personal vehicle. The remainder walked or used bicycles.

Around the world, constituencies that have implemented policies that support urban transit have, in some cases, encouraged people to switch from the automobile to forms of public transportation such as buses, streetcars and subways. For example, in Austria, which has one of the world's highest urban transit ridership rates[6], government has implemented policies that encourage public transit (for example, by providing supporting infrastructure such as bicycle park and ride). Other constituencies, such as Singapore, require automobile drivers to purchase special permits at high fees that allow the driver access to the downtown core. Thus, public transit is encouraged.

Prohibitive taxing and pricing policies (e.g. fuel taxes) have the potential to force drivers out of their cars into urban transit vehicles[7]. Nevertheless, with the exception of a handful of major population centres, most communities in Canada are sparsely populated, which makes the provision of urban transit services relatively expensive and difficult to offer on a comprehensive basis (that is, providing all parts of the community with frequent service). Changes in work patterns such as "work-at-home", shift work outside the traditional 9 to 5 time frame, the location of work sites away from downtown areas and other similar factors have given urban transit planners a multitude of challenges.

The cost of providing comprehensive services, especially for communities that are characterized by urban sprawl, has meant a requirement for subsidization. In 1998, governments in Canada paid approximately $2.4 billion in capital and operating subsidies to urban transit companies[8]. Nevertheless, transit companies have sought out new sources of revenue such as fees from parking lots and advertising. Revenues from these sources grew from $82.4 million in 1995 to $110.4 million in 1998.

Demand and Supply

Most would agree that there are many factors that affect both the demand for and supply of urban transit. These include:

- family size – Families with children may choose to use personal vehicles rather than urban transit because the monthly cost of transit passes may be (or is perceived to be) more expensive;
- economic changes (e.g. employment opportunities, taxes, fuel costs, parking fees, automobile insurance costs, vehicle operating costs, subsidies, investment, etc.);
- demographic impacts such as population growth, immigration rates and fertility rates;
- ridership loyalty (that may be affected by events such as bus strikes);
- parking rates and distance to work;
- other factors such as convenience, a change in work schedules and the "work-at-home" phenomenon; and
- community size – Large cities with long commutes, expensive downtown parking and relatively greater distances to destination points may positively influence the use of public transit because of the level and frequency of service as well as time and cost savings. Travel times in smaller communities may not be as lengthy, although in smaller communities, the availability of urban transit may not be as comprehensive as in larger cities. For example, the Toronto metropolitan area has an extensive commuter and urban transit system compared to many other Canadian cities. According to the 1996 Census of Canada, 22 percent of the employed population in the Toronto Census Metropolitan Area used public transit to travel to work, and the median one-way travel distance to work was 9.3 kilometres (implying that half commuted further and that half had a shorter commute). On average in Canada, 10 percent of urban workers use public transit.

Factors that affect supply and demand are complex, constantly changing and difficult to identify and discern. For example, in the 1990s, in Toronto, Canada's most populated city, subsidies fell 39 percent, fares increased 50 percent, service levels decreased 12 percent and ridership fell 20 percent[9]. These data imply that fare increases, and subsidy and service reductions combined to produce a drop in ridership. At the same time, however, there was "*a major economic downturn in the Toronto region resulting in a substantial reduction in work trips...demographic factors related to age, female workforce participation and a flow of population and employment to the suburbs (that) reduced ridership...and...two work stoppages/work-to-rule actions*"[10]. This evidence suggests that there may be many factors that influence transit ridership.

Price Elasticity

Economic theory states that, in general, as the price of a good or service increases, the demand decreases. In the real world, differences in the way that consumers react to price changes depend on several factors, including the ability to substitute goods and services, the degree to which consumers react to price changes and wealth and income effects. These factors may be defined in terms of price elasticity. If a product or service has an inelastic demand, consumers will still have a tendency to purchase the product or service when the price increases. This may be true for commuters who must, for various reasons, utilize urban transit services. Conversely, a company that offers a product or service that has an elastic demand will find that demand (and revenue) will change noticeably with a change in price. Commuters who may have alternative methods of urban travel may have demand curves that are more elastic than those dependent upon urban transit.

With regards to urban transit, it is generally believed that demand is inelastic[11]. Thus, there could be a tendency to increase fares on the assumption that revenues will increase. In the Toronto study[12], the assumed fare elasticity was 0.3[13]. (A price elasticity of demand of less than 1.0 is considered to be inelastic). However, in Toronto, ridership and revenues fell as fares increased, indicating that demand was more elastic than expected.

Objective of the Study

In view of the complexity of factors that may impact urban transit ridership, a quantitative study was undertaken in an attempt to identify those factors that may affect supply and demand. The research utilized an extensive database gathered by the Canadian Urban Transit Association directly from member transit companies. These data are collected on an annual basis, and provided in raw form to Statistics Canada. Specifically, data from approximately 85 urban transit companies were used. These companies carry about 97 percent of all urban transit passengers in Canada. Data elements included demographics, hours of service, fare structure, vehicle statistics, energy consumption, employment, passenger statistics, revenues and expenditures. Seven years of data were used, from

1992 to 1998. Because the data represent many of the same cities over a period of seven years, the database was in the form of cross section - time series data.

Average Fares, Revenues and Ridership

Although the database consisted of fares and the number of passengers broken down by adult, child, student, senior citizen and other, it was not possible to obtain revenues for each of these categories. Therefore, an average fare was developed by dividing passenger revenue by the total number of passengers.

Using this measure, it was found that average fares have increased, on an aggregate basis across Canada, from a low of $0.93 in 1992 to $1.14 in 1998 (in current dollars)[14]. During the same time period, the number of passengers using urban transit remained almost constant, but revenues increased from $1.2 billion to $1.5 billion. On the surface, it might appear that there was a positive correlation between fares and revenue but almost no relationship between fares and the number of passengers.

The data were segregated by year, by population distribution and by province. Little variation was observed in terms of the statistical relationship noted in the previous paragraph.

Regression analysis was then used to test the various data elements provided by the transit companies themselves, to determine if one or more variables could be used to explain the variation in ridership.

Result of Multiple Regression Analyses[15]

As a first step, average fares were regressed against the number of urban transit passengers using the entire database. The result produced an R square value not significantly different from zero (i.e. the independent variables explained almost none of the variation in the number of passenger trips). Variations of this model were tested, such as using only cities where the number of transit passengers was greater than 100,000, 500,000, 1 million, etc. There was little improvement in the model's statistical tests (e.g. R square, t statistics, F ratio, etc.)[16].

In the next stage of analysis, the population of the service area (as defined and provided by each urban transit company) was added as an independent variable to try to explain the variation in the number of urban transit passengers. The R square value obtained was 0.39, which was lower than expected. However, this was a significant improvement over the use of average fares in the single equation single variable model described in the previous paragraph.

These two variables were then combined into one model, producing an R square value of 0.51, again an improvement but still not sufficiently strong. A number of variations were tested, such as clustering the data by population, average fare, province or region, urban size, etc. The R square, t statistics and F ratios were statistically insignificant for the most part, indicating little statistical relationship between the explanatory variables and passenger trips.

Other independent variables were then added for testing purposes. They were included mostly in the form of dummy variables[17]:

- for each year of data (to account for any differences on an annual basis);
- for cities that have populations in excess of one million; this dummy variable assumed that larger cities have more comprehensive transit systems, more traffic, a greater dispersion of people geographically, longer commute times, and, perhaps, a greater tendency towards transit ridership;
- for cities with more than one million urban transit passengers; this dummy variable was similar to the preceding variable for cities with populations in excess of one million; despite the apparent similarity, the correlation between the 2 variables was only 0.19; and
- for cities with populations less than 100,000; this dummy variable assumed that cities with populations less than 100,000 people have less comprehensive transit systems, less population dispersion, shorter commute times and, perhaps, a lower tendency to use public transit than cities with greater populations.

By using all these variables, the R square value improved to 0.7 and the F ratio was 111, statistically significant at the 99 percent level of confidence. Most of the t statistics were statistically significant and none of the independent variables were correlated.

Despite the fact that an acceptable R square value was obtained, the residual analysis did not provide strong results at a micro basis (i.e. on a city by city basis). (In the residual analysis, the estimate of the number of passengers was

compared to the actual number of passengers). In most cases, the individual data points exhibited large residual errors[18]. Further refinement of the model was undertaken.

Ridership rates (to compare cities) were introduced through the use of a dummy variable. The dummy was applied to communities where the ridership rate was greater than 100 (that is, 100 trips per person per year).

The results of one of the earlier models are shown in Table 1. Although this iteration demonstrated some positive qualities, it lacked other desirable characteristics.

- All signs on the coefficients were as hypothesized. The average fare coefficient was negative, indicating that as fares increased ridership decreased. The negative coefficient on the dummy variable for communities with less than 100,000 passengers was also as expected, indicating that people in smaller communities rely more on other modes of transport rather than buses (smaller communities are more likely to have lower levels of urban transit service than larger communities).
- Although the R square, t statistics and F ratio were acceptable, the model produced high residual errors, except in a few cases.
- Sensitivity analysis was restricted because of the large number of dummy variables compared to variables with observable and useful data. As a result, it was difficult to conduct meaningful sensitivity analysis since estimations would be similar if the dummy variables were consistent.

TABLE 1 – Statistical Results of an Early Model

Independent Variable	Coefficient	Standard Error	t Stat
Intercept	28,249,639	3,422,054	8.3
Average Fare	-27,257,012	2,971,573	-9.2
1 Million Passenger Dummy	8,231,286	2,023,896	4.1
1 Million Population Dummy	144,450,347	5,376,838	26.9
Dummy - cities with less than 100,000 passengers	-1,515,797	3,136,120	-0.5
Ridership Rate Dummy	160,505,085	5,908,999	27.1
R square = 0.88	F Ratio = 755.7 (99% significant)		

Service and Other Variables

At this point, other independent variables from the urban transit database were introduced: revenue vehicle hours, revenue vehicle kilometres and a series of population variables.

In general, all population variables (such as the population of the primary city, the population of its service area, the population of the metropolitan area and the population of the metro service area) all produced coefficients with negative signs. This was deemed to be unacceptable since intuitively, the larger the population, the greater the urban transit ridership. The population variable was dropped at this point.

The one million passenger dummy variable was highly correlated with both service variables, as might be expected, since larger population centres (with higher ridership levels) would be characterized by longer travelling times and distances travelled. The sign on the dummy variable was also negative, which is counterintuitive. This dummy variable was dropped.

The ridership rate dummy variable was also highly correlated with both service variables, and was deleted from any further analysis.

Further, the two service variables were correlated. It was necessary to choose one. Since the kilometres driven consistently produced a negative coefficient, it was dropped in favour of revenue hours.

The introduction of revenue vehicle hours was desirable since it provided an indication of service levels (a point of discussion and importance in the Toronto study mentioned earlier) and it provided a proxy for population, level of service, complexity and comprehensiveness of the urban transit system in any community.

The model then consisted of four independent variables:

1. revenue vehicle hours;
2. average fare;
3. the one million population dummy variable; and
4. the dummy variable for communities with less than 100,000 passengers.

Although the model produced strong statistical results, the sign on the 100,000 passenger dummy variable was positive (which was counterintuitive) and was, therefore, removed. The one million population dummy variable was also dropped because it was not statistically significant.

Final Model[19]

Several other combinations of variables were tried, both to produce signs and statistical characteristics that were intuitively correct and statistically significant, and to improve the residual error rates. Subsequently, a final model was developed that included 2 independent variables: revenue vehicle hours and average fares, as shown in Table 2.

TABLE 2 – Statistical Results of Research Model

Independent Variable	Coefficient	Standard Error	t Statistic
Intercept	5,099,953	2,232,952	2.28
Average Fare	-7,976,442	2,024,021	-3.94
Revenue Vehicle Hours	49.58	0.41	119.85
R square = 0.97	F Ratio = 7190 (99% significant)		

This model displayed several positive characteristics as follows:

1. The model is relatively easy to use since it consists of only 2 independent variables. One of these measures the level of service and acts as a proxy for complexity of the urban transit system, population, ridership levels, etc.
2. Statistically, the model is strong.
3. The sign on the average fare is negative, indicating that as fares increase, ridership levels decrease. The positive sign on service hours indicates that as service hours increase, more passengers utilize buses. Both are intuitively correct.
4. The residuals were better than earlier models.
5. It is possible to conduct sensitivity analyses because the 2 independent variables can be established for any community.
6. There are no dummy variables needed.
7. The model was first developed using 1992 to 1997 data. The introduction of 1998 data produced little variation in coefficients and statistical results, indicating relative stability in the model.

The Model's Estimation Abilities

Table 3 shows results for 8 of Canada's busiest urban transit centres. These cities account for approximately 84 percent of all urban transit in the nation. The table shows:

- the changes that occurred between 1992 and 1998 in vehicle service hours, average fares, ridership and revenue; and
- the estimate of the number of passengers in 1998 using the model compared to the actual number of passengers.

TABLE 3 – Eight Canadian Cities

	% Change 1992-98				
City[20]	Vehicle Revenue Hours	Average Fare	Number of Passengers	Revenues	Difference Between Estimate & Actual Number of Passengers 1998
1	2	-5	30	23	5
2	-10	7	3	11	-58 *
3	-4	35	-21	7	-27
4	-20	12	1	13	31
5	-14	12	-11	0	2
6	-4	33	-4	28	-0
7	16	39	-3	34	-50
8	-6	40	-17	15	-53

* - negative sign = the model overpredicts

Observations:

1. The model predicts well for cities 1, 5 and 6.

2. The model overpredicts the number of passengers for cities 2, 3, 7 and 8. The reason for this may be that people in these cities do not use urban transit to the same extent as the national average, or, at the same level as some of Canada's larger cities. On a national basis, per capita ridership fell from 92 trips per person in 1992 to 84 in 1998.

   In 1998, for cities 2, 3, 7 and 8, per capita ridership rates were 65, 37, 76 and 63 respectively. Other cities, more dependent on urban transit, have exhibited per capita rates between 160 and 190. In cities 2, 3, 7 and 8, per capita ridership rates have also been falling. Per capita ridership in city 7 fell from 93 in 1992 to 76 in 1998, and in city 8, the rate fell from 77 to 63. In the case of city 3, per capita ridership in 1992 was 53 whereas in 1998, the rate had fallen to 37.

3. The model underpredicts for city 4. This city's per capita ridership is the highest in Canada at 192 trips per year in 1998, an increase from the 189 trips in 1992.

4. The table also shows the impact on ridership after the transit companies in these communities changed the level of service and fares. Between 1992 and 1998, in city 1, average fares declined and at the same time, the number of service hours increased (that is, revenue earning hours that buses are on the road). Passenger growth was 30 percent and revenues increased just over 23 percent. City 7 showed an increase in service hours but fares grew just over 39 percent. The impact was a 3 percent drop in passengers and a 34 percent increase in revenues. In the other 6 cities, service hours decreased and average fares increased. Impacts, however, varied. In city 2, both the number of passengers and revenues increased. A 35 percent fare increase in city 3 coupled with a 4 percent service decrease resulted in a 21 percent drop in ridership and a 7 percent increase in revenues. Average fares increased by almost 12 percent in city 4 and service hours decreased by 20 percent, but the result was an increase in both the number of passengers and revenues, 1 and 13 percent respectively. City 5's increase of 12 percent in fares along with a 14 percent drop in service hours produced an 11 percent drop in ridership and a small increase in revenues. City 6 increased fares by 33 percent and decreased service by just under 4 percent. The result was a 28 percent increase in revenues and a 4 percent drop in ridership. Finally, in city 8, a 6 percent decrease in service and a 40 percent increase in fares resulted in a 17 percent drop in ridership and a 15 percent increase in revenues.

5. These results indicate that both service declines and fare increases will generally have a negative impact on ridership but a positive impact on revenues. Thus, it appears that urban transit ridership is, indeed, inelastic.

6. It may be that revenue or ridership declines prompted transit companies to raise fares and/or decrease service levels on marginal routes. Despite the fact that most bus companies raised fares, reduced levels of service and suffered declines in ridership, they did realize greater revenues. This indicates that if the objective of the bus companies was to increase revenues, they were successful in achieving this goal, even though ridership may have declined.

Conclusions

In the 1990s, most Canadian urban transit operators implemented both service and fare changes. Generally, service hours have decreased whereas fares have increased. The general impact has been a decrease in ridership coupled with an increase in revenues. Results vary on a city by city basis.

The fact that revenues have generally increased along with the average fare indicates that the demand for urban transit services is, in general, inelastic, that it, commuters continue to use urban transit services even though fares have increased. The fare increases may be seen as marginal, when compared to the costs of operating automobiles and downtown parking.

The results also show the diversity in urban transit ridership across the country and how different policies affect cities in varying ways.

[1] The views expressed in this paper are those of the author and do not necessarily represent the policies of Statistics Canada or the Government of Canada.

[2] The views expressed in this paper are those of the author and do not necessarily represent the policies of Statistics Canada or the Government of Canada.

[3] Source: *Passenger Bus and Urban Transit Statistics*, Catalogue 53-215-XIB, Statistics Canada

[4] Based in part on notes from a speech by Mr. M.A. Charlebois, of the Canadian Urban Transit Association, Ottawa, June, 1997.

[5] Some may interpret subsidy decreases as an example of a reduced commitment to urban transit.

[6] Source: From information contained in a speech by Mr. David Bayliss, Director of Planning, London Regional Transport, London, Great Britain, to the delegates attending the International Union of Public Transport conference held in Toronto in May, 1999.

[7] Mr. Ken Ogilvie, one of the co-chairs of the Transportation Climate Change Table (a discussion table established by the Government of Canada to study the Kyoto Protocol), in speeches made at the Canadian Transportation Research Forum (CTRF) held in Montreal in May, 1999, as well as at the International Union of Public Transport/Canadian Urban Transit Association Conference held in Toronto in May, 1999, indicated that significant gasoline fuel tax increases, as well as other policy options, have the potential to divert people from private to public transport. A senior Transport Canada analyst made the same comments at the CTRF conference and published an article in the 1998 CTRF Proceedings which made a similar reference to the impact of fuel taxes: *Canada's Commitment on Greenhouse Gas Emissions under the Kyoto Protocol and the Potential for Reductions in Transport* by John Lawson, Economic Analysis, Transport Canada 1998 CTRF Proceedings, May, 1998, p 465.

[8] Source: *Passenger Bus and Urban Transit Statistics*, Statistics Canada, Catalogue no. 53-215-XIB.

[9] *Optimising Transit Service Decision Based on Ridership: Good for Passengers and the Community*, Bill Dawson, Superintendent, Service Planning and Monitoring, Toronto Transit Commission, Toronto, presented at Workshop #5 Service Planning at the UITP International Congress 1999 Toronto, May, 1999.

[10] ibid p2

[11] Based on informal discussions with planning officials of OC Transpo (the provider of urban transit services for the Regional Municipality of Ottawa-Carleton).

[12] ibid p 6

[13] For those not familiar with elasticities, the following is provided as an example. In the Dawson paper, a 10 percent fare increase was multiplied by the elasticity of 0.3 and the product multiplied by the number of passengers to produce an estimate of the number of passengers lost as a result of the fare increase: 372 million passengers times 0.3 times 0.1 = 11.16 million passengers lost.

[14] An examination of constant dollars may be warranted in future research. However, for purposes of regression analysis, current dollars were used to ensure maximum variability for this independent variable.

[15] Not all results are described in this paper because of space constraints. Only highlights and major steps are outlined.

[16] Although it may appear that the emphasis is on the R square, this is, in fact, not the case. For each model that was tested, a full range of statistical tests were run. These tests included the F ratio, t statistics and a residual analysis. For brevity, not all the statistical results are presented for every regression model tested.

[17] For those readers who are unfamiliar with the use of dummy variables: Dummy variables are structural indicators, that is, variables that attempt to define the structure of the economy. A common example is a model attempting to explain changes in GDP over time. Dummy variables may be used for years in which nations are involved in major wars (such as World War II) because the nature, or structure, of the war economy is different than the same economy in peacetime. Dummy variables are normally binary (that is either 0 or 1 – off or on). Care must be taken not to use dummy variables that are linear (e.g. 0, 1 and 2) since linear forms will impart a bias in the data results.

[18] Large residual errors can occur even if a model's statistical tests are positive. A model of this type may be relatively strong on an aggregate basis but on a micro basis the model may be weak, at least for some of the observations. In other words, the model may be able to predict well on an aggregate basis (such as for a nation's Gross Domestic Product) but for individual sectors (e.g. banking, aviation, agriculture, etc.), the same model may not have the reliability or accuracy to estimate each sector well. On balance, the errors may cancel out producing a relatively good model on an aggregate basis. This may be the best a researcher can expect to achieve in some cases.

[19] Although called the "Final Model" the research is continuing.

[20] Cities are coded for purposes of confidentiality.

Facteurs influant sur le nombre d'usagers des services de transport en commun

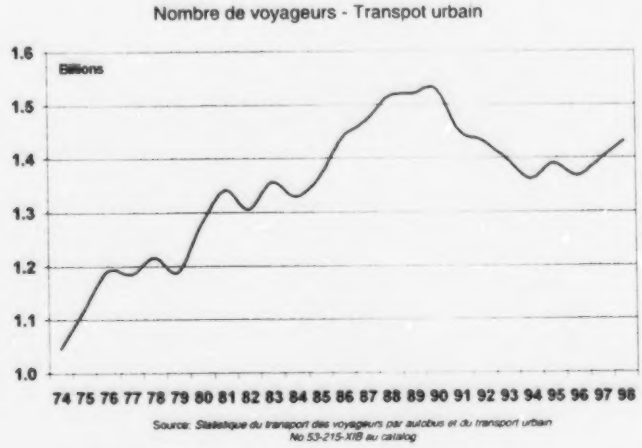
Harold M. Kohn

53F0003-XIF

Facteurs influant sur le nombre d'usagers des services de transport en commun
Harold M. Kohn[1]

Introduction

L'utilisation des services de transport urbain (autobus, train urbain, métro et tramway) au Canada n'a pas cessé de croître dans les années 1970 et 1980, culminant à 1,53 milliard de passagers en 1990. Le nombre d'usagers a ensuite régressé jusqu'à 1,37 milliard en 1996, mais, suite à un revirement de tendance en 1997 et 1998, il est remonté jusqu'à 1,43 milliard en 1998[2]. La tendance à long terme reste incertaine.



Bon nombre d'analystes ont tenté d'expliquer ce phénomène : étalement urbain accru qui intensifie l'utilisation de l'automobile; perception de coûts moins élevés d'utilisation de l'automobile; préférence accordée à l'automobile pour sa commodité[3]; hausse des tarifs; diminution des subventions; vieillissement de la population qui préfère le confort et la sécurité d'un mode de transport personnel; et divers niveaux d'appui public pour transport public urbain dans les diverses régions[4].

Dans l'environnement urbain, l'automobile est de loin le principal concurrent du transport urbain. Le recensement de 1996 indique que seulement 10 % des travailleurs urbains utilisent le transport public. Environ 81 % des travailleurs urbains vont travailler en véhicule personnel. Les autres marchent ou se déplacent à vélo.

Partout dans le monde, les autorités qui ont mis en œuvre des politiques favorables au transport urbain ont, dans certains cas, encouragé les citoyens à délaisser l'automobile au profit du transport public, incluant les services d'autobus, de tramway et de métro. Par exemple, en Autriche, le pays qui affiche des taux d'utilisation des services de transport urbain parmi les plus élevés au monde[5], le gouvernement a mis en œuvre des politiques appuyant le transport public (notamment en mettant en place une infrastructure de soutien comme des parcs relais de vélos). D'autres administrations publiques, à Singapour par exemple, exigent que les automobilistes achètent des permis spéciaux coûteux leur donnant accès au centre-ville. Ainsi, elles encouragent le transport public.

Des politiques de taxation et de prix prohibitifs (p. ex., les taxes sur le carburant) peuvent amener les automobilistes à abandonner leur voiture et à opter pour le transport urbain[6]. Toutefois, exception faite d'un nombre très restreint de grands centres urbains, la plupart des collectivités canadiennes sont peu peuplées, de sorte que les services de transport urbain sont relativement coûteux et qu'il est difficile d'offrir des services complets (c'est-à-dire doter toutes les parties de la collectivité de services de transport fréquents). Les changements des régimes de travail, comme le travail à domicile, des quarts de travail hors de la plage habituelle de 9 heures à 17 heures, la localisation des lieux de travail hors des centres-villes et d'autres facteurs similaires, posent une multitude de défis aux responsables de la planification du transport urbain.

Les services complets de transport, particulièrement dans les collectivités caractérisées par l'étalement urbain, ont nécessité des subventions considérables. En 1998, les administrations publiques canadiennes ont versé environ 2,4 milliards $ en subventions d'immobilisations et d'exploitation aux entreprises de transport urbain[7]. Néanmoins, les entreprises de transport ont cherché de nouvelles sources de recettes, comme des droits d'utilisation de terrains de stationnement et la publicité. Les recettes provenant de ces sources sont passées de 82,4 millions $ en 1995 à 110,4 millions $ en 1998.

Offre et demande

La plupart des observateurs s'entendent pour affirmer que de nombreux facteurs agissent sur l'offre et la demande de services de transport urbain. Il s'agit notamment des suivants :

- la taille de la famille – Les familles avec enfants peuvent préférer leur véhicule personnel au transport urbain parce que le coût mensuel des cartes de transport peut être (ou peut sembler) supérieur au coût de l'utilisation d'une voiture;
- les changements d'ordre économique (p. ex., possibilités d'emploi, taxes, coût du carburant, frais de stationnement, coût de l'assurance-automobile, coût d'exploitation du véhicule, subventions, investissements, etc.);
- les facteurs démographiques comme la croissance démographique, les taux d'immigration et les taux de fécondité;
- la fidélité des usagers (qui peut être sensible à divers événements, comme les grèves des employés du transport par autobus);
- les tarifs de stationnement et la distance entre le foyer et le travail;
- d'autres facteurs, comme la commodité, la modification des horaires de travail et le phénomène du « travail à domicile »; et
- la taille de la collectivité – Les grandes villes, caractérisées par de longs déplacements quotidiens, des tarifs de stationnement élevés au centre-ville et des distances relativement plus longues entre les points d'origine et de destination, peuvent exercer une influence positive sur l'utilisation du transport public en raison du niveau et de la fréquence du service ainsi que des économies sur le plan des coûts et du temps. La durée des déplacements dans les petites collectivités peut être plus courte, bien que, dans ces localités, les services de transport urbain puissent être moins complets que dans les grandes villes. À titre d'exemple, la région métropolitaine de Toronto est dotée d'un important réseau de trains de banlieue et de transport urbain, comparativement à plusieurs autres villes canadiennes. Selon les données du recensement du Canada de 1996, 22 % de la population active de la région métropolitaine de recensement de Toronto utilise le transport public pour se rendre au travail, et la distance médiane du trajet (aller seulement), s'établit à 9,3 kilomètres (ce qui signifie que la moitié des usagers parcourent une distance plus longue, tandis que les autres parcourent une distance plus courte). En moyenne, au Canada, 10 % des travailleurs urbains utilisent le transport public.

Les facteurs qui ont un effet sur l'offre et la demande sont complexes, en constante mutation et difficiles à isoler et à cerner. Par exemple, au cours des années 1990, à Toronto, la ville canadienne la plus peuplée, les subventions ont diminué de 39 %, les tarifs ont augmenté de 50 %, les niveaux de service ont baissé de 12 % et le nombre d'usagers a reculé de 20 %[8]. Ces données indiquent que les hausses de tarifs se sont combinées à la réduction des subventions et des services pour faire chuter le nombre d'usagers. Parallèlement, toutefois, on observe dans *« la région torontoise un important ralentissement économique qui se traduit par une diminution considérable des déplacements au travail [...], des facteurs démographiques relatifs à l'âge et au taux de participation des femmes, et des flux de population et d'emplois vers la banlieue qui réduisent l'utilisation des services de transport urbain [...] ainsi que deux arrêts de travail/grèves du zèle »*[9]. Il semble donc que de nombreux facteurs peuvent influer sur le nombre d'usagers des services de transport.

Élasticité des prix

La théorie économique stipule que, en règle générale, la demande diminue à mesure que le prix d'un bien ou d'un service augmente. En pratique cependant, les différentes réactions des consommateurs face à la variation des prix dépendent de plusieurs facteurs, notamment l'accès à des biens et services de substitution, les degrés de réaction des consommateurs aux variations des prix et les effets liés à la richesse et au revenu. Ces facteurs peuvent être définis en fonction de l'élasticité des prix. Si un bien ou un service est soumis à une demande inélastique, les consommateurs auront encore tendance à acheter le bien ou le service lorsque son prix augmente. Ce constat peut s'appliquer aux personnes qui, pour diverses raisons, utilisent les services de transport urbain. À l'inverse, une entreprise qui offre un bien ou un service soumis à une demande élastique verra qu'une variation des prix modifiera sensiblement la demande

(et les recettes). Les usagers qui ont accès à d'autres moyens de transport peuvent présenter des courbes de demande plus élastiques que les usagers tributaires du transport en commun.

En ce qui a trait au transport urbain, on estime généralement que la demande est inélastique[10]. Par conséquent, on pourrait tendre à hausser les tarifs en vue d'accroître les recettes. Dans l'étude de Toronto[11], l'élasticité hypothétique des tarifs s'établissait à 0,3[12]. (Quand l'élasticité de la demande par rapport au prix est inférieure à 1,0, on considère que la demande est inélastique.) Cependant, à Toronto, la hausse des tarifs a provoqué une baisse du nombre d'usagers et des recettes, ce qui indique que la demande était plus élastique que prévu.

Objectif de l'étude

Compte tenu de la complexité des facteurs qui peuvent avoir une incidence sur le nombre d'usagers du transport urbain, on a réalisé une étude quantitative en vue d'isoler les facteurs qui peuvent jouer sur l'offre et la demande. La recherche a exploité une grande base de données que l'Association canadienne du transport urbain a recueillies directement auprès des sociétés de transport membres. Ces données sont réunies annuellement, et fournies à l'état brut à Statistique Canada. Plus spécifiquement, on a exploité des données d'environ 85 entreprises de transport urbain. Ces entreprises transportent environ 97 % de l'ensemble des usagers du transport urbain au Canada. Les éléments de données portaient notamment sur les caractéristiques démographiques, les heures de service, la structure tarifaire, les véhicules, la consommation d'énergie, l'emploi, les voyageurs, les recettes et les dépenses. Les données utilisées couvrent une période de sept ans, allant de 1992 à 1998. Dans la mesure où les données visent souvent les mêmes villes sur une période de sept ans, la base de données structure l'information sous la forme de données transversales chronologiques.

Tarifs moyens, recettes, et nombre d'usagers

Bien que la base de données présente les tarifs et le nombre de voyageurs selon différentes catégories (adultes, enfants, étudiants, personnes âgées et autres), il n'est pas possible d'obtenir les recettes pour chacune de ces catégories. On a donc établi le tarif moyen en divisant les recettes par le nombre total de voyageurs.

À l'aide de cette mesure, on observe que, globalement, les tarifs moyens ont augmenté, passant de 0,93 $ en 1992 à 1,14 $ en 1998 (en dollars courants)[13]. Au cours de cette période, le nombre d'usagers du transport urbain est resté pratiquement stable, alors que les recettes se sont accrues, passant de 1,2 milliard $ à 1,5 milliard $. À première vue, il pourrait sembler y avoir une corrélation positive entre les tarifs et les recettes mais à peu près aucune relation entre les recettes et le nombre d'usagers.

Les données ont ensuite été désagrégées selon l'année, la répartition de la population et la province. On a observé peu de variation de la relation statistique notée au paragraphe précédent.

On a ensuite utilisé l'analyse de régression pour tester les différents éléments de données fournis par les entreprises de transport elles-mêmes, afin de déterminer si une ou plusieurs variables pourraient expliquer la variation du nombre d'usagers.

Résultats des analyses de régression multiples[14]

Dans une première étape, on a effectué une régression du tarif moyen en fonction du nombre d'usagers du transport urbain à l'aide de toute la base de données. La valeur de R au carré obtenue ne diffère pas significativement de zéro (c.-à-d. que les variables indépendantes n'expliquent presque rien de la variation du nombre de déplacements). Des variantes de ce modèle ont été testées (par exemple, l'analyse a été limitée aux villes comptant un nombre d'usagers du transport urbain supérieur à 100 000, 500 000, 1 million, etc.). Cet exercice n'a pas amélioré pour la peine les tests statistiques du modèle (p. ex., R au carré, statistiques t, ratio F, etc.)[15].

À l'étape suivante de l'analyse, la population de la région desservie (telle qu'elle est définie par chacune des sociétés de transport urbain) a été utilisée comme variable indépendante afin de tenter d'expliquer la variation du nombre d'usagers du transport urbain. La valeur de R au carré obtenue s'est établie à 0,39, soit une valeur inférieure à celle à laquelle on s'attendait. Toutefois, cette valeur constitue une amélioration appréciable par rapport à l'utilisation du tarif moyen dans le modèle à une seule équation et à une seule variable décrit au paragraphe précédent.

Ces deux variables ont ensuite été combinées dans un modèle unique et ont produit un R au carré de 0,51, une valeur qui représente une nouvelle amélioration et qui demeure néanmoins insuffisante. Diverses variantes ont été testées (par exemple, le regroupement des données selon la population, le tarif moyen, la province ou la région, la taille

urbaine, etc.). Le R au carré, les statistiques t et le ratio F étaient pour la plupart statistiquement non significatifs, ce qui signifie qu'il y a peu de relation statistique entre les variables explicatives et les déplacements.

D'autres variables indépendantes ont alors été ajoutées à des fins de mise à l'essai. Ces variables ont, pour la plupart, pris la forme de variables nominales représentant[16] :

- chaque année de données (pour tenir compte des écarts sur une base annuelle);
- les villes comptant une population supérieure à 1 million d'habitants. Cette variable nominale est fondée sur l'hypothèse selon laquelle les grandes villes se caractérisent par des systèmes de transport plus complets, plus de circulation, une plus grande dispersion géographique des personnes, des durées de déplacement plus longues et, peut-être, une tendance plus marquée à l'utilisation des services de transport;
- les villes comptant un nombre d'usagers du transport urbain supérieur à 1 million; cette variable nominale s'apparente à la variable précédente visant les villes dont la population est supérieure à 1 million d'habitants. Malgré la similitude apparente, la corrélation entre ces deux variables n'est que de 0,19;
- les villes comptant une population inférieure à 100 000 habitants; cette variable nominale est fondée sur l'hypothèse selon laquelle ces villes se caractérisent par des systèmes de transport moins complets, une dispersion plus faible de la population, des durées de déplacement moins importantes et, peut-être, une tendance moins marquée à l'utilisation des services de transport public.

L'utilisation de toutes ces variables a fait monter la valeur de R au carré à 0,7 et a donné lieu à un ratio F de 111, statistiquement significatif au niveau de confiance de 99 %. La plupart des statistiques t sont statistiquement significatives, et aucune des variables indépendantes n'est corrélée.

Bien que l'on ait obtenu une valeur acceptable de R au carré, l'analyse des résidus n'a pas donné de bons résultats au niveau local (c.-à-d. pour chacune des villes). (Dans le cadre de l'analyse des résidus, l'estimation du nombre d'usagers a été comparée au nombre réel d'usagers.) Dans la plupart des cas, les points de données individuels se caractérisent par une forte erreur résiduelle[17]. On a entrepris de raffiner davantage le modèle.

On a introduit des taux d'utilisation (pour comparer les villes) pour l'utilisation d'une variable nominale. Cette variable nominale a été appliquée aux collectivités affichant un taux d'utilisation supérieur à 100 (c'est-à-dire 100 déplacements par personne par année).

Les résultats de l'un des premiers modèles sont donnés au tableau 1. Bien que cette itération présente certaines qualités, d'autres caractéristiques positives font défaut.

- Tous les signes des coefficients vont dans le sens attendu. Les tarifs moyens affichent un signe négatif indiquant que le nombre d'usagers décroît à mesure qu'augmentent les tarifs. On s'attendait également à obtenir un coefficient négatif de la variable nominale pour les collectivités comptant moins de 100 000 usagers, ce qui indique que les habitants des petites collectivités comptent davantage sur des modes de transport autres que l'autobus (les petites collectivités étant plus susceptibles d'offrir des niveaux de service de transport urbain moins élevés que les collectivités plus importantes).
- Bien que le R au carré, les statistiques t et le ratio F soient acceptables, le modèle produit des erreurs résiduelles considérables, sauf dans quelques cas.
- L'analyse de sensibilité a été limitée par le nombre élevé de variables nominales par rapport aux variables assorties de données observables et utiles. Par conséquent, il est difficile d'effectuer une analyse de sensibilité probante puisque les estimations seraient similaires si les variables nominales étaient convergentes.

TABLEAU 1 – Résultats statistiques d'un premier modèle			
Variable indépendante	**Coefficient**	**Erreur-type**	**Stat t**
Coordonnée à l'origine	28 249 639	3 422 054	8,3
Tarif moyen	-27 257 012	2 971 573	-9,2
Variable nominale : 1 million d'usagers	8 231 286	2 023 896	4,1
Variable nominale : 1 million d'habitants	144 450 347	5 376 838	26,9
Variable nominale : villes comptant moins de 100 000 usagers	-1 515 797	3 136 120	-0,5
Variable nominale : taux d'utilisation	160 505 085	5 908 999	27,1
R au carré = 0,88	Ratio F = 755,7 (significatif à 99 %)		

Service et autres variables

À cette étape, on a introduit d'autres variables indépendantes tirées de la base de données sur le transport urbain : véhicules-heures productifs, véhicules-kilomètres productifs et série de variables sur la population.

En règle générale, toutes les variables relatives à la population (par exemple, la population de la ville principale, la population de sa région desservie, la population de la région métropolitaine et la population de la région métropolitaine desservie) ont produit des coefficients précédés d'un signe négatif. Ces résultats ont été jugés inacceptables puisque, intuitivement, on s'attendait à ce qu'une population plus importante donne lieu à un nombre plus élevé d'usagers du transport urbain. La variable de la population a donc été abandonnée à cette étape.

La variable relative au million d'usagers est fortement corrélée avec deux variables de service, comme on pouvait s'y attendre, puisque les grands centres urbains (qui comptent un nombre plus élevé d'usagers) se caractérisent par des durées de déplacement plus longues et par des distances parcourues plus importantes. Le signe du coefficient de la variable nominale est également négatif, ce qui va à l'encontre de l'intuition première. Cette variable nominale a été abandonnée.

La variable nominale du taux d'utilisation est, elle aussi, fortement corrélée avec les deux variables de service et elle a été éliminée des analyses ultérieures.

En outre, on a observé une corrélation entre les deux variables de service. Il a donc fallu en choisir une. Comme la variable des kilomètres parcourus affichait systématiquement un coefficient négatif, on l'a abandonnée au profit des heures productives.

L'introduction des véhicules-heures productifs est souhaitable dans la mesure où cette variable donne une indication des niveaux de service (un point important discuté dans l'étude torontoise mentionnée précédemment) et constitue une variable substitutive pour la population, le niveau de service, la complexité et l'importance du système de transport urbain de toute collectivité.

Le modèle comporte donc quatre variables indépendantes :

1. les véhicules-heures productifs;
2. le tarif moyen;
3. la variable nominale de la population de 1 million d'habitants;
4. la variable nominale des collectivités comptant moins de 100 000 usagers.

Bien que le modèle produise de bons résultats statistiques, le coefficient de la variable nominale des 100 000 usagers est précédé d'un signe positif (ce qui va à l'encontre de l'intuition première); cette variable est donc abandonnée. La variable nominale de la population de 1 million d'habitants est également abandonnée parce qu'elle n'est pas statistiquement significative.

Le modèle définitif[18]

Plusieurs autres combinaisons de variables ont été testées afin d'obtenir des signes et des caractéristiques statistiques intuitivement exacts et statistiquement significatifs ainsi que pour réduire le taux d'erreur résiduelle. Par la suite, on a

élaboré un modèle de recherche définitif comprenant les deux variables indépendantes suivantes : les véhicules-heures productifs et les tarifs moyens, comme l'indique le tableau 2.

TABLEAU 2 – Résultats statistiques du modèle de recherche

Variable indépendante	Coefficient	Erreur-type	Statistique t
Coordonnée d'origine	5 099 953	2 232 952	2,28
Tarif moyen	-7 976 442	2 024 021	-3,94
Véhicules-heures productifs	49,58	0,41	119,85
R au carré = 0,97	Ratio F = 7190 (significatif à 99 %)		

Ce modèle présente plusieurs caractéristiques positives, notamment :

1. Il est relativement facile à utiliser puisqu'il ne compte que deux variables indépendantes. L'une d'elles mesure le niveau de service et sert de variable substitutive pour la complexité du système de transport urbain, la population, le nombre d'usagers, etc.
2. Statistiquement, le modèle est solide.
3. Le signe du coefficient du tarif moyen est négatif, ce qui indique qu'une hausse des tarifs va de pair avec une diminution du nombre d'usagers. Le signe positif pour les heures de service indique que le nombre d'usagers augmente avec les heures de service. Cela est intuitivement correct dans les deux cas.
4. Les résidus étaient meilleurs que dans les modèles précédents.
5. Il est possible d'effectuer des analyses de sensibilité puisque les deux variables indépendantes peuvent être établies pour toutes les collectivités.
6. Le modèle ne requiert aucune variable nominale.
7. Le premier modèle mis au point utilisait les données de 1992 à 1997. L'introduction des données de 1998 a provoqué peu de variation des coefficients et des résultats statistiques, ce qui témoigne de la stabilité relative du modèle.

La capacité d'estimation du modèle

Le tableau 3 présente les résultats visant huit principaux centres de transport urbain au Canada. Ces villes assurent environ 84 % de l'ensemble du transport urbain au pays. Les données montrent :

- les changements survenus entre 1992 et 1998 au chapitre des heures de service des véhicules, des tarifs moyens, du nombre d'usagers et des recettes;
- l'estimation du nombre de voyageurs en 1998 établie à l'aide du modèle comparativement au nombre réel de voyageurs.

TABLEAU 3 – Huit villes canadiennes

Variation en % 1992-1998

Ville[19]	Véhicules-heures productifs	Tarif moyen	Nombre d'usagers	Recettes	Écart entre le nombre estimé et le nombre réel d'usagers 1998
1	2	-5	30	23	5
2	-10	7	3	11	-58 *
3	-4	35	-21	7	-27
4	-20	12	1	13	31
5	-14	12	-11	0	2
6	-4	33	-4	28	0
7	16	39	-3	34	-50
8	-6	40	-17	15	-53

* - signe négatif = le modèle produit une surestimation

Observations :

1. Le modèle fonctionne bien pour les villes 1, 5 et 6.

2. Le modèle surestime le nombre d'usagers pour les villes 2, 3, 7 et 8. C'est peut-être parce que les habitants de ces villes n'utilisent pas le transport urbain autant que la moyenne nationale, ou au même niveau que ceux de certaines grandes villes du Canada. Au niveau national, le taux d'utilisation par habitant est tombé de 92 déplacements par personne en 1992 à 84 en 1998.

   En 1998, pour les villes 2, 3, 7 et 8, les taux d'utilisation par habitant étaient de 65, 37, 76 et 63, respectivement. D'autres villes, plus tributaires du transport urbain, ont affiché des taux par habitant se situant entre 160 et 190. Dans les villes 2, 3, 7 et 8, les taux d'utilisation par habitant ont aussi régressé. Le taux d'utilisation par habitant dans la ville 7 est passé de 93 en 1992 à 76 en 1998, alors que, dans la ville 8, le taux est tombé de 77 à 63. Dans le cas de la ville 3, le taux d'utilisation par habitant en 1992 était de 53, et, en 1998, il était tombé à 37.

3. Le modèle sous-estime les chiffres relatifs à la ville 4. Cette ville affiche le taux d'utilisation par habitant le plus élevé au Canada, soit 192 déplacements par année en 1998, ce qui constitue une augmentation par rapport aux 189 déplacements de 1992.

4. Le tableau indique également l'incidence sur le nombre d'usagers des changements apportés par les sociétés de transport de ces villes quant au niveau de service et aux tarifs. Entre 1992 et 1998, dans la ville 1, les tarifs moyens ont baissé en même temps qu'augmentait le nombre d'heures de service (c'est-à-dire d'heures productives où les autobus sont en service). Le nombre d'usagers a crû de 30 % et les recettes d'un peu plus de 23 %. La ville 7 a affiché une augmentation du nombre d'heures de service, mais ses tarifs n'ont augmenté que d'un peu plus de 45 %. L'effet a été une baisse de 3 % du nombre d'usagers et une augmentation de 41 % des recettes. Dans les 6 autres villes, le nombre d'heures de service a diminué, et les tarifs moyens augmenté. Les effets, cependant, ont varié. Dans la ville 2, le nombre d'usagers et les recettes ont augmenté dans l'un et l'autre cas. Une augmentation de tarifs de 35 %, conjuguée à une diminution de service de 4 %, dans la ville 3 a donné lieu à une baisse de 21 % du nombre d'usagers et à une augmentation de 7 % des recettes. Les tarifs moyens ont augmenté de près de 12 % et les heures de service ont diminué de 20 % dans la ville 4, mais le résultat a été une augmentation à la fois du nombre d'usagers et des recettes, soit 1,2 % et 13,1 %, respectivement. Dans la ville 5, une augmentation de 12 % des tarifs, conjuguée à une baisse de 14 % du nombre d'heures de service, s'est soldée par une perte de 10 % du nombre d'usagers et une légère augmentation des recettes. La ville 6 a majoré ses tarifs de 33 % et réduit le service d'un peu moins de 4 %. Il en est résulté une augmentation de 28 % des recettes et une baisse de 4 % du nombre d'usagers. Enfin, dans la ville 8, une réduction de service de 6 % et

une majoration de tarifs de 40 % ont entraîné une baisse de 18 % du nombre d'usagers et une augmentation de 15 % des recettes.

5. Ces résultats indiquent que les diminutions de service et les augmentations de tarifs ont généralement un effet négatif sur l'utilisation, mais un effet positif sur les recettes. Donc, il semble que la consommation du transport urbain soit effectivement inélastique.

6. Il se peut que la baisse des recettes ou de la clientèle ait poussé les sociétés de transport à accroître les tarifs et/ou à réduire les services sur les lignes peu utilisées. En dépit du fait que la plupart des sociétés de transport par autobus ont haussé les tarifs, réduit le niveau des services et subi une baisse de leur clientèle, ces sociétés ont accru leurs recettes. Ainsi, si les entreprises de transport par autobus avaient pour objectif d'accroître leurs recettes, elles ont réussi, même si elles ont pu enregistrer une baisse du nombre des usagers.

Conclusions

Dans les années 1990, la plupart des exploitants de transport urbain ont mis en œuvre des changements de service et de tarifs. En général, les heures de service ont diminué pendant que les tarifs ont augmenté. L'effet général a été une diminution du nombre d'usagers, conjuguée à une augmentation des recettes. Les résultats varient d'une ville à l'autre.

Le fait que les recettes ont généralement augmenté avec le tarif moyen indique que la demande de services de transport urbain est, en général, inélastique, c'est-à-dire que les navetteurs continuent d'utiliser les services de transport urbain malgré les augmentations de tarifs. Les majorations de tarifs peuvent paraître minimes par comparaison avec les coûts d'utilisation d'une automobile et du stationnement au centre-ville.

Les résultats montrent aussi la diversité de l'utilisation du transport urbain à l'échelle du pays et comment différentes politiques touchent les villes de différentes façons.

[1] Les vues exprimées dans ce texte sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les politiques de Statistique Canada ni du gouvernement du Canada.

[2] Source : *Statistique du transport des voyageurs par autobus et du transport urbain*, n° 53-215-XIB au catalogue, Statistique Canada

[3] Fondé en partie sur les notes de l'exposé de M. M.A. Charlebois, Association canadienne du transport urbain, présenté à Ottawa en juin 1997.

[4] Certains pourraient voir dans les diminutions de subventions un exemple de réduction de l'engagement envers le transport urbain.

[5] Source : Information provenant d'une allocution de M. David Bayliss, directeur de la planification, London Regional Transport, Londres, Grande-Bretagne, présentée aux délégués à la conférence de l'Union internationale des transports publics tenue à Toronto en mai 1999.

[6] Dans des exposés présentés à la rencontre du Groupe de recherches sur les transports au Canada (GRTC) tenue à Montréal en mai 1999 de même que dans le cadre de la conférence de l'Union internationale des transports publics/Association canadienne du transport urbain tenue à Toronto en mai 1999, M. Ken Ogilvie, l'un des coprésidents du Collectif sur les transports et les changements climatiques (table de discussion mise sur pied par le gouvernement du Canada pour étudier le Protocole de Kyoto), a indiqué que les hausses importantes des taxes sur l'essence ainsi que d'autres politiques peuvent amener les citoyens à abandonner le transport privé au profit du transport public. Un analyste principal de Transports Canada a fait des commentaires du même ordre dans le cadre de la conférence du GRTC et a publié un article dans les actes du GRTC de 1998, dans lequel il expliquait, de façon analogue, l'incidence des taxes sur le carburant : *Canada's Commitment on Greenhouse Gas Emissions under the Kyoto Protocol and the Potential for Reductions in Transport* par John Lawson, analyste économique, Transports Canada, Actes du GRTC de 1998, mai 1998, p. 465.

[7] Source : *Statistique du transport des voyageurs par autobus et du transport urbain*, Statistique Canada, n° 53-215-XIB au catalogue.

[8] *Optimising Transit Service Decision Based on Ridership: Good for Passengers and the Community*, Bill Dawson, directeur, Service Planning and Monitoring, Toronto Transit Commission, Toronto, présenté à l'atelier 5, planification des services, dans le cadre de la conférence internationale de l'UITP tenue à Toronto en mai 1999.

[9] Ibid., p. 2

[10] Fondé sur une discussion libre entre l'auteur et des responsables de la planification d'OC Transpo (le fournisseur de services de transport urbain de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton).

[11] Ibid., p. 6

[12] Pour ceux qui ne sont pas familiers avec l'élasticité, ce qui suit est présenté à titre d'exemple. Dans l'article de Dawson, on a multiplié la hausse de tarif de 10 % par une élasticité de 0,3; on a ensuite multiplié le produit par le nombre de voyageurs pour estimer la réduction du nombre de voyageurs attribuable à la hausse de tarif : 372 millions de voyageurs x 0,3 x 0,1 = 11,16 millions d'usagers perdus.

[13] L'examen des dollars constants pourrait s'imposer dans les recherches futures. Cependant, aux fins de l'analyse de régression, on a utilisé les dollars courants pour obtenir le maximum de variabilité pour cette variable indépendante.

[14] En raison du manque d'espace, l'article ne fait pas état de l'ensemble des résultats. Seuls les faits saillants et les principales étapes sont présentés.

[15] Bien qu'on semble mettre l'accent sur le R au carré, cela n'est pas le cas en pratique. Pour chacun des modèles testés, une gamme complète de tests statistiques a été effectuée. Parmi ces tests, notons le ratio F, les statistiques t et une analyse des résidus. Pour assurer la concision du document, les résultats statistiques de chacun des modèles de régression testés n'ont pas tous été présentés.

[16] Note aux lecteurs qui ne sont pas familiers avec l'utilisation de variables nominales : Les variables nominales sont des indicateurs structurels, c'est-à-dire des variables qui tentent de définir la structure de l'économie. Un modèle qui cherche à expliquer les variations du PIB au fil des ans est un exemple courant à cet égard. Les variables nominales peuvent être utilisées pour les années au cours desquelles les pays sont en guerre (pendant la Seconde Guerre mondiale, par exemple) parce que la nature ou la structure de l'économie de guerre diffère de l'économie en temps de paix. Les variables nominales sont généralement binaires (c'est-à-dire qu'elles peuvent prendre deux valeurs, 0 ou 1, marche ou arrêt). On ne doit